

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
17. Juni 2004 (17.06.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/051212 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: G01M 15/00,
G01L 3/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/012317

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. November 2003 (05.11.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 56 106.0 29. November 2002 (29.11.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): AUDI AG [DE/DE]; 85045 Ingolstadt (DE). IAV GMBH [DE/DE]; Carnotstrasse 1, 10587 Berlin (DE). FRAUNHOFER GESELLSCHAFT E.V. [DE/DE]; Hansastrasse 27 c, 80686 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHMIDT, Thorsten [DE/DE]; Holwedestrasse 6, 38118 Braunschweig (DE).

SCHULTALBERS, Winfried [DE/DE]; Maschhop 33, 38536 Meinersen (DE). FEHRENBACH, Hermann [DE/DE]; Hubenweg 13, 76761 Rülzheim (DE). RASCHE, Henning [DE/DE]; Schumannstrasse 11, 85080 Gaimersheim (DE). BLUHM, Kurt [DE/DE]; Friedrichstrasse 9, 74172 Neckarsulm (DE). HOHMANN, Carsten [DE/DE]; Füsslinstrasse 6, 76131 Karlsruhe (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: MADER, Wilfried; Audi AG, Abt. N/EK-7, 74148 Neckarsulm (DE).

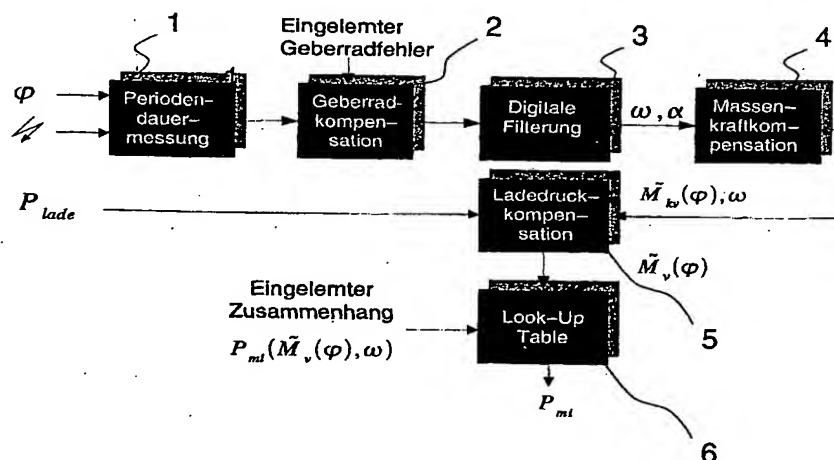
(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR ESTIMATION OF AN ENGINE TORQUE

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM SCHÄTZEN EINES MOTORDREHMOMENTS



1:- PERIODIC MEASUREMENT
2:- SENSOR WHEEL COMPENSATION
EINGELEITER GEBERRADFEHLER:- OBTAINED SENSOR WHEEL ERROR
3:- DIGITAL FILTERING
4:- INERTIA COMPENSATION
5:- CHARGE PRESSURE COMPENSATION
EINGELEITER ZUSAMMENHANG:- OBTAINED RELATIONSHIP

(57) Abstract: According to the invention, for example the varying torque $M_w(F)$ should be determined from the engine speed, and the mean induced pressure P_{ml} from the angular speed ω for the engine management. In order to obtain an acceptable result, a charge pressure compensation (5) must be carried out. Preferably a sensor wheel error compensation (2) and an inertia compensation (4) are also carried out. The mean induced pressure P_{ml} is obtained from the varying torque $M_v(F)$ by means of a calibration diagram (6).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

BEST AVAILABLE COPY



ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO-Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO-Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO-Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO-Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO-Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO-Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Aus der Drehzahl soll beispielsweise für das Motormanagement das Wechseidrehmoment $M_w(\phi)$ beziehungsweise der mittlere indizierte Druck P_{mi} aus der Winkelgeschwindigkeit ω ermittelt werden. Um ein verwertbares Resultat zu erhalten, muss eine Ladedruckkompensation (5) durchgeführt werden. Vorzugsweise erfolgt ebenfalls eine Geberradfehlerkompensation (2) und eine Massenkraftkompensation (4). Aus einem Kennfeld (6) erhält man aus dem Wechseldrehmoment $M_v(\phi)$ den mittleren indizierten Druck P_{mi} .

5 **Vorrichtung und Verfahren zum Schätzen eines Motordrehmoments**

BESCHREIBUNG:

- 10 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung eines Drehmoments eines Verbrennungsmotors. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung eine entsprechende Vorrichtung zur Bestimmung des Drehmoments.
- 15 Bei Kraftfahrzeugen ist das Motormoment eine zentrale Größe in dem Antriebsmanagement. Eine Sensorik zur Erfassung des Motormoments ist aus Kostengründen in Serienfahrzeugen nicht verbaut. Die Motorsteuerung hat somit keine Rückmeldung über das tatsächliche vom Motor erzeugte Mo-
- 20 ment. Die Kenntnis des Motormoments würde allerdings eine Reihe von Vorteilen bieten: Beispielsweise wäre eine Drehmomentregelung realisierbar, mit der Störgrößen sehr einfach kompensiert werden könnten. Aufwändige Steuerungsfunktionen im Motormanagement ließen sich durch einen einfachen Regelalgorithmus ersetzen.
- 25 Ein Verfahren zur Ermittlung von Drehmomenten, Arbeiten und Leistungen an Verbrennungskraftmaschinen ist aus der deutschen Patentschrift DE 44 45 684 C2 bekannt. Dabei wird unter Berücksichtigung des Trägheitsmoments der rotierenden Massen und unter Kompensation von Drehmomenten oszillierender Massen das resultierende Drehmoment mit Hilfe eines motor-
- 30 typischen Kennfelds berechnet. Dieses Kennfeld wird durch Versuche bei verschiedenen Drehzahlen und Laststufen bestimmt. Mit Hilfe dieses so bestimmten Kennfelds können dann aufgrund von Winkelgeschwindigkeitsmessungen das effektive Drehmoment berechnet und nach weiterer Verarbeitung der Gasdrehmomentverlauf über dem Kurbelwinkel angegeben werden.
- 35 Die Bestimmung des Drehmoments wird durch verschiedene motor- und betriebspunktabhängige Einflussgrößen erschwert. Diese Einflussgrößen müssen erkannt und in geeigneter Form berücksichtigt und kompensiert werden.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, wesentliche Einflussgrößen bei der Ermittlung eines Motordrehmoments zu berücksichtigen.

- 5 Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zur Bestimmung eines Drehmoments eines Verbrennungsmotors durch Erfassen einer ersten Messgröße bezüglich einer Winkelgeschwindigkeit des Verbrennungsmotors, Erfassen einer zweiten Messgröße bezüglich eines Ladedrucks des Verbrennungsmotors oder Simulieren einer Ladedruckgröße in
10 Abhängigkeit von der ersten Messgröße und Ermitteln des Drehmoments aus der ersten Messgröße und der zweiten Messgröße oder aus der ersten Messgröße und der simulierten Ladedruckgröße.

- Darüber hinaus wird die oben genannte Aufgabe erfindungsgemäß gelöst
15 durch eine Vorrichtung zur Bestimmung eines Drehmoments eines Verbrennungsmotors, mit einer ersten Sensoreinrichtung zum Erfassen einer ersten Messgröße bezüglich einer Winkelgeschwindigkeit des Verbrennungsmotors, einer zweiten Sensoreinrichtung zum Erfassen einer zweiten Messgröße bezüglich eines Ladedrucks des Verbrennungsmotors oder einer Simulations-
20 einrichtung zum Simulieren einer Ladedruckgröße in Abhängigkeit von der ersten Messgröße und einer Datenverarbeitungseinrichtung, die an die erste und zweite Sensoreinrichtung oder an die erste Sensoreinrichtung und die Simulationseinrichtung angeschlossen ist, zum Ermitteln des Drehmoments aus der ersten Messgröße und der zweiten Messgröße oder aus der ersten
25 Messgröße und der simulierten Ladedruckgröße.

- Damit erfolgt die Drehmomentenschätzung auch bei aufgeladenen Motoren zuverlässig. Eine Aufladung führt aufgrund der höheren Zylinderfüllung zu einer höheren Gaswechselmoment-Amplitude. Besonders transiente Vorgänge bei geregelten Turboladern können hierbei zu Problemen führen. In
30 diesen Fällen herrscht im Betrieb nicht immer derselbe Ladedruck wie bei einem unter stationären Bedingungen aufgenommenen Kennfeldpunkt der entsprechenden Drehzahl-Last-Kombination. Durch den unterschiedlichen Ladedruck wird in diesem Fall ein unterschiedliches Wechseldrehmoment
35 bestimmt, und damit ein falscher Lastpunkt im Kennfeld. Damit ist es für die Bestimmung des Lastmoments notwendig, das entsprechende Kennfeld sowie das geschätzte Wechseldrehmoment als Eingangsgröße vom Ladedruck unabhängig zu machen. Dazu muss der Wechseldrehmomentverlauf von seinem ladedruckabhängigen Kompressionsanteil befreit werden. Zur Schät-

zung des Kompressionsanteils kann die Information aus dem in der Regel vorhandenen Ladedrucksensor verwendet werden. Wird der Ladedruck in seinem wesentlichen Verlauf in Abhängigkeit von der Winkelgeschwindigkeit durch ein geeignetes Modell simuliert, so kann auch diese simulierte Lade-
5 druckgröße zur Berechnung eines Drehmoments beziehungsweise zur Kompensation eines Ladedrucks verwendet werden.

Durch die Kompensation des Ladedrucks wird auch die Abhängigkeit vom Atmosphärendruck beseitigt. Diese könnte andernfalls zum Beispiel im Höhenbetrieb zu Abweichungen der Schätzung des Drehmoments führen.
10

Die Drehzahl beziehungsweise Winkelgeschwindigkeit der Kurbelwelle des Verbrennungsmotors beziehungsweise der Verbrennungskraftmaschine wird vorzugsweise durch ein Geberrad erfasst. Ein Geberrad, das Markierungen oder Segmente aufweist, ist hierfür drehfest auf der Kurbelwelle angeordnet.
15 Ein feststehender Sensor tastet das Geberrad berührungslos ab. Dies stellt eine verhältnismäßig robuste Messmethode dar.

Fertigungstoleranzen des Geberrads sowie Fehler beim Anbau an die Kurbelwelle führen zu systematischen Geberradfehlern, die bei der Ermittlung des Drehmoments kompensiert werden sollten. Weiterhin sollte bei der Ermittlung des Drehmoments die gemessene Winkelgeschwindigkeit von Störsignalen befreit werden. Dies erfolgt vorzugsweise durch eine digitale Filterung.
20

Vorteilhafterweise werden zur Ermittlung des Drehmoments auch die Massenkräfte, die bei der Drehung des Verbrennungsmotors durch dessen Komponenten entstehen, kompensiert. Dadurch kann ein Energieumsatz unabhängig von den oszillierenden Massen des Motors ermittelt werden.
25

Um schließlich eine im Wesentlichen vom Motor unabhängige Ausgangsgröße zu erhalten, kann das Drehmoment hinsichtlich des Hubraums des Verbrennungsmotors mittels eines Kennfelds normiert werden. Hierdurch kann eine gemittelte Druckgröße gewonnen werden, mit deren Hilfe der Energieumsatz von Motoren unterschiedlichen Hubraums verglichen werden kann.
30
35

In vorteilhafter Weise lässt sich das ermittelte Wechseldrehmoment für das Sicherheitskonzept von Kraftfahrzeugen verwenden.

Die vorliegende Erfindung wird nun anhand der beigelegten Zeichnung näher erläutert, die ein Blockschaltbild zu dem erfindungsgemäßen Verfahren darstellt.

- 5 Das nachfolgend beschriebene Ausführungsbeispiel stellt lediglich eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar.

10 In der Abbildung ist schematisch dargestellt, wie aus einer Winkelgeschwindigkeit ω der Kurbelwelle auf den mittleren indizierten Druck geschlossen und somit der Energieumsatz in einer Brennkraftmaschine beurteilt werden kann. In einem Block 1 erfolgt zur Ermittlung einer Winkelgeschwindigkeit eine Periodendauermessung. Speziell wird aus einer Zeitdauer für einem bestimmten Differenzwinkel auf das Rohsignal einer Winkelgeschwindigkeit geschlossen.

15 Das Rohsignal der Winkelgeschwindigkeit wird in Block 2 einer Geberradkompensation unterzogen. Eine hochgenaue Bestimmung der Kurbelwellengeschwindigkeit ist Voraussetzung für eine einwandfreie Funktion der Drehmomentenschätzung. Die bei der Winkelgeschwindigkeitsmessung verwendeten Geberräder weisen durch Fertigungstoleranzen jedoch teilweise erheblich Fehler wie unzentrische Lagerung und/oder Zahnteilungsfehler auf. Solche Abweichungen führen zu nicht tolerablen Fehlern bei der Bestimmung der Winkelgeschwindigkeit und folglich auch des daraus bestimmten Wechseldrehmoments.

25 Zur Geberradkompensation sind zwei geeignete Kompensationsverfahren bekannt. Das erste, aus der deutschen Patentanmeldung mit der Anmeldenummer 102 17 560.8 bekannte Verfahren zur Geberradadaptation nutzt die Gegenphasigkeit der Gas- und Massenmomente zur Bestimmung der Geometriefehler des verwendeten Drehgeberrads. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt in seiner einfachen Handhabung und darin, dass außer der Zylinder- und Zähneanzahl kein weiteres a-priori-Wissen über den zu betrachtenden Motor notwendig ist. Das zweite, in der Offenlegungsschrift DE 101 07 892 A1 beschriebene Verfahren wählt einen Ansatz über die Modellierung der

30 Kurbelwellenenergie zur Bestimmung des Geberradfehlers. Durch die Geberradadaptation kann der durch das Geberrad verursachte Fehler um mindestens eine Größenordnung reduziert werden. Auf beide Dokumente wird hiermit ausdrücklich Bezug genommen.

35

Der Geberradfehler muss, wie dies in der Abbildung durch einen Eingangspfeil in dem Block 2 symbolisch angedeutet ist, für jeden Motor vorher nur einmal eingelernt und dann abgelegt werden. Ausgangssignal des Blocks 2 ist somit eine geberradfehlerkompensierte Winkelgeschwindigkeit.

5

Die korrigierte Winkelgeschwindigkeit ist stark störungsbehaftet. Sie besitzt ein geringes Signal-Rausch-Verhältnis. Um dies zu verbessern wird im Wesentlichen eine Bandbegrenzung in dem Block 3 durch digitale Filterung vorgenommen. Es resultiert daraus ein gefiltertes Winkelgeschwindigkeitssignal ω mit einem verbesserten Signal-Rausch-Verhältnis. Darüber hinaus wird in dem Block 3 durch Differentiation aus dem gefilterten Winkelgeschwindigkeitssignal eine Winkelbeschleunigung α berechnet.

10

Eine anschließend im Block 4 durchgeführte Massenkraftkompensation bewirkt, dass der Momenteneinfluss durch die Trägheitsmomente und oszillierenden Massen kompensiert und so das reine Gaswechseldrehmoment ermittelt wird. Die von Massenkräften herrührenden, auf die Kurbelwelle einwirkenden Momente wirken sich in einer ungleichmäßigen Winkelgeschwindigkeit aus und sind daher zu kompensieren. Derartige Massenmomente setzen sich, wie erwähnt, aus der Massenträgheit der rotierenden Teile und der oszillierenden Kolben und Pleuel zusammen. Als Ausgangssignal erhält man ein ladedruckabhängiges Moment $\tilde{M}_{kv}(\varphi)$.

15

20

In Block 5 werden Ladedruckänderungen kompensiert. Zur Schätzung des Kompensationsanteils kann die Information P_{ladd} aus dem Ladedrucksensor verwendet werden. Die Abhängigkeit des Wechseldrehmoments vom Ladedruck wird durch eine Kennlinie, die vorab aufgenommen wurde, abgebildet. Hierzu werden Ladedruckvariationsmessungen oder Auslaufmessungen durchgeführt. Diese Messungen führen zu einer näherungsweise linearen Kennlinie im Wesentlichen ohne Drehzahlabhängigkeit. Durch diese entsprechend der ermittelten Ladedruckkennlinie durchgeführten Ladedruckkompensation wird das ermittelte Wechseldrehmoment von seinem durch den Ladedruck bedingten Anteil befreit und man erhält ein entsprechendes Moment $\tilde{M}_v(\varphi)$. Hierdurch kann das Verfahren auch für aufgeladene Motoren verwendet werden.

25

30

35

Ziel des Drehmomentmessverfahrens ist die Bestimmung des indizierten Mitteldrucks P_{mi} oder des effektiven Mitteldrucks und des Lastmoments. Die Schätzung der gewünschten Größe aus der gemessenen Eingangsgröße

5 Drehzahl bzw. -winkel und dem Wechseldrehmoment erfolgt über ein vorher für jeden Motortyp eingelerntes Kennfeld, das mit Block 6 in der Abbildung symbolisiert ist. In diesem Kennfeld 6 wird der Zusammenhang zwischen Wechseldrehmoment $\tilde{M}_v(\varphi)$, Drehzahl ω und indiziertem Mitteldruck P_{mi} beschrieben.

10 Bei der Überprüfung der Genauigkeit der Wechseldrehmomentschätzung aus dem Ladedruck und der Winkelgeschwindigkeit ergeben sich Abweichungen von einer gemessenen Referenz im einstelligen Prozentbereich. Auch die Abweichungen bei der Schätzung von mittleren indizierten Drücken P_{mi} , die anhand von dynamischen Messungen ermittelt wurden, liegen im einstelligen Prozentbereich. Derart genaue Schätzwerte lassen sich sinnvoll für das Motor- und Getriebemanagement einsetzen.

15

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Bestimmung eines Drehmoments eines Verbrennungsmotors durch

5

Erfassen (1) einer ersten Messgröße bezüglich einer Winkelgeschwindigkeit des Verbrennungsmotors,

gekennzeichnet durch

10

Erfassen einer zweiten Messgröße bezüglich eines Ladedrucks des Verbrennungsmotors oder Simulieren einer Ladedruckgröße in Abhängigkeit von der ersten Messgröße und

15

Ermitteln des Drehmoments aus der ersten Messgröße und der zweiten Messgröße oder aus der ersten Messgröße und der simulierten Ladedruckgröße.

20

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei als erste Messgröße eine Winkelgeschwindigkeit über ein Geberrad erfasst wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei bei der Ermittlung des Drehmoments ein Geberradfehler kompensiert wird (2).

25

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei bei der Ermittlung des Drehmoments die erste Messgröße bezüglich der Drehzahl zur Reduktion von Störungen gefiltert wird (3).

30

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei bei der Ermittlung des Drehmoments Massenkräfte, die bei der Drehung des Verbrennungsmotors durch dessen Komponenten entstehen, kompensiert werden (4).

35

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei bei der Ermittlung des Drehmoments der Ladedruck über eine Kennlinie (5) berücksichtigt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei die Kennlinie linear ist und insbesondere über Ladedruckvariationsmessungen oder Auslaufmessungen gewonnen wird.

5 8. Vorrichtung zur Bestimmung eines Drehmoments eines Verbrennungsmotors, mit

einer ersten Sensoreinrichtung zum Erfassen (1) einer ersten Messgröße bezüglich einer Winkelgeschwindigkeit des Verbrennungsmotors,

10

gekennzeichnet durch

15

eine zweite Sensoreinrichtung, Erfassen einer zweiten Messgröße bezüglich eines Ladedrucks des Verbrennungsmotors oder eine Simulationseinrichtung zum Simulieren einer Ladedruckgröße in Abhängigkeit von der ersten Messgröße und

20

eine Datenverarbeitungseinrichtung, die an die erste und zweite Sensoreinrichtung oder an die erste Sensoreinrichtung und die Simulationseinrichtung angeschlossen ist, zum Ermitteln des Drehmoments aus der ersten Messgröße und der zweiten Messgröße oder aus der ersten Messgröße und der simulierten Ladedruckgröße.

25

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei die erste Sensoreinrichtung ein Geberrad besitzt, mit dem eine Winkelgeschwindigkeit als erste Messgröße erfassbar ist.

30

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, wobei die Datenverarbeitungseinrichtung eine Kompensationseinrichtung zum Kompensieren (2) eines Geberradfehlers umfasst.

35

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei die Datenverarbeitungseinrichtung eine Filtereinheit zum Filtern (3) der ersten Messgröße bezüglich der Drehzahl zur Reduktion von Störungen umfasst.

40

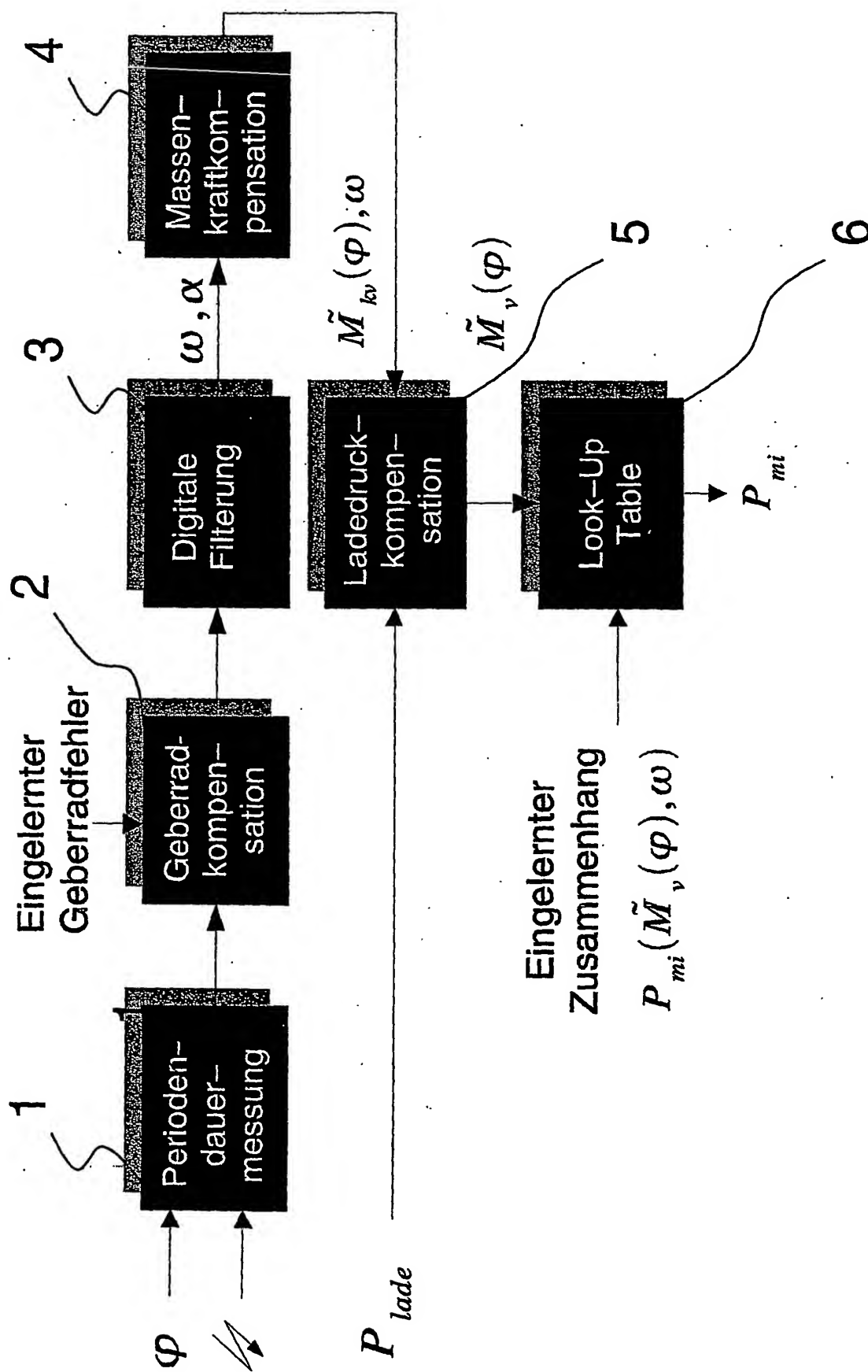
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, wobei die Datenverarbeitungseinrichtung eine Kompensationseinheit zur Kompensation (4) von Massenkräften, die bei der Drehung des Verbrennungsmotors durch dessen oszillierenden Komponenten entstehen, umfasst.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, wobei der Ladedruck in der Datenverarbeitungseinrichtung über eine Kennlinie (5) berücksichtigbar ist.

5

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, wobei die Kennlinie linear und insbesondere über Ladedruckvariationsmessungen oder Auslaufmessungen gewonnen ist.

10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

P 03/12317

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 G01M15/00 G01L3/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01M G01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 199 31 985 A (FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.) 25 January 2001 (2001-01-25)	1,2,5,8, 9,12
Y	abstract page 2, line 44 - line 45 claims 1,5 ----- -/--	3,4,10, 11

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 January 2004

Date of mailing of the international search report

05/02/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Barthélemy, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

P 03/12317

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 44 45 684 A (FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG) 27 June 1996 (1996-06-27) cited in the application	4, 11
A	abstract page 2, line 23 - line 24 page 2, line 44 - line 47 page 2, line 58 - line 60 page 3, line 1 - line 7 page 3, line 12 page 5, line 54 - line 57 ----	2, 5-7, 9, 12-14
Y	DE 101 07 892 A (IAV GMBH) 5 September 2002 (2002-09-05) cited in the application page 2, line 1 - line 10 ----	3, 10
X	EP 1 058 108 A (AVL LIST GMBH) 6 December 2000 (2000-12-06) abstract page 5, line 20 page 6, line 3 - line 5 ----	1, 2, 6, 8, 9, 13
X	EP 0 608 676 A (AVL GESELLSCHAFT FÜR VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINEN UND MESSTECHNIK MBH) 3 August 1994 (1994-08-03) abstract column 1, line 1 - line 10 column 4, line 18 - line 20 column 7, line 8 - line 15 ----	1-3, 5, 8-10, 12
X	GB 2 168 819 A (VOEST-ALPINE AG) 25 June 1986 (1986-06-25) abstract page 1, line 34 - line 35 figure 1 ----	1, 2, 8, 9
X	US 5 501 109 A (NAITŌ ET AL) 26 March 1996 (1996-03-26) claims 2, 7 -----	1, 2, 8, 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

P 03/12317

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19931985	A	25-01-2001	DE 19931985 A1	25-01-2001
DE 4445684	A	27-06-1996	DE 4445684 A1	27-06-1996
DE 10107892	A	05-09-2002	DE 10107892 A1	05-09-2002
EP 1058108	A	06-12-2000	AT 3029 U2 EP 1058108 A2	25-08-1999 06-12-2000
EP 0608676	A	03-08-1994	EP 0608676 A1 AT 151528 T DE 59306116 D1	03-08-1994 15-04-1997 15-05-1997
GB 2168819	A	25-06-1986	AT 382462 B AT 408084 A AU 5152285 A CN 85109067 A DE 3543705 A1 FR 2575288 A1 JP 61155826 A PL 256986 A1 ZA 8509518 A	25-02-1987 15-07-1986 26-06-1986 10-06-1986 26-06-1986 27-06-1986 15-07-1986 18-11-1986 27-08-1986
US 5501109	A	26-03-1996	JP 8152368 A DE 19514093 A1 KR 170543 B1	11-06-1996 05-06-1996 01-05-1999

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationaler Aktenzeichen

P 03/12317

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G01M15/00 G01L3/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G01M G01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 199 31 985 A (FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.) 25. Januar 2001 (2001-01-25)	1,2,5,8, 9,12
Y	Zusammenfassung Seite 2, Zeile 44 - Zeile 45 Ansprüche 1,5 --- -/-	3,4,10, 11

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

29. Januar 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

05/02/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Barthélemy, M

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 44 45 684 A (FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG) 27. Juni 1996 (1996-06-27) in der Anmeldung erwähnt	4,11
A	Zusammenfassung Seite 2, Zeile 23 - Zeile 24 Seite 2, Zeile 44 - Zeile 47 Seite 2, Zeile 58 - Zeile 60 Seite 3, Zeile 1 - Zeile 7 Seite 3, Zeile 12 Seite 5, Zeile 54 - Zeile 57 ----	2,5-7,9, 12-14
Y	DE 101 07 892 A (IAV GMBH) 5. September 2002 (2002-09-05) in der Anmeldung erwähnt Seite 2, Zeile 1 - Zeile 10 ----	3,10
X	EP 1 058 108 A (AVL LIST GMBH) 6. Dezember 2000 (2000-12-06) Zusammenfassung Seite 5, Zeile 20 Seite 6, Zeile 3 - Zeile 5 ----	1,2,6,8, 9,13
X	EP 0 608 676 A (AVL GESELLSCHAFT FÜR VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINEN UND MESSTECHNIK MBH) 3. August 1994 (1994-08-03) Zusammenfassung Spalte 1, Zeile 1 - Zeile 10 Spalte 4, Zeile 18 - Zeile 20 Spalte 7, Zeile 8 - Zeile 15 ----	1-3,5, 8-10,12
X	GB 2 168 819 A (VOEST-ALPINE AG) 25. Juni 1986 (1986-06-25) Zusammenfassung Seite 1, Zeile 34 - Zeile 35 Abbildung 1 ----	1,2,8,9
X	US 5 501 109 A (NAITO ET AL) 26. März 1996 (1996-03-26) Ansprüche 2,7 -----	1,2,8,9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationale Patentzeichen

P 03/12317

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19931985 A	25-01-2001	DE 19931985 A1	25-01-2001
DE 4445684 A	27-06-1996	DE 4445684 A1	27-06-1996
DE 10107892 A	05-09-2002	DE 10107892 A1	05-09-2002
EP 1058108 A	06-12-2000	AT 3029 U2	25-08-1999
		EP 1058108 A2	06-12-2000
EP 0608676 A	03-08-1994	EP 0608676 A1	03-08-1994
		AT 151528 T	15-04-1997
		DE 59306116 D1	15-05-1997
GB 2168819 A	25-06-1986	AT 382462 B	25-02-1987
		AT 408084 A	15-07-1986
		AU 5152285 A	26-06-1986
		CN 85109067 A	10-06-1986
		DE 3543705 A1	26-06-1986
		FR 2575288 A1	27-06-1986
		JP 61155826 A	15-07-1986
		PL 256986 A1	18-11-1986
		ZA 8509518 A	27-08-1986
US 5501109 A	26-03-1996	JP 8152368 A	11-06-1996
		DE 19514093 A1	05-06-1996
		KR 170543 B1	01-05-1999